

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-133061

(43)Date of publication of application : 04.06.1988

(51)Int.Cl.

G01N 33/18
G02F 1/00
// G01N 21/17
G06F 15/62

(21)Application number : 61-278830

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.11.1986

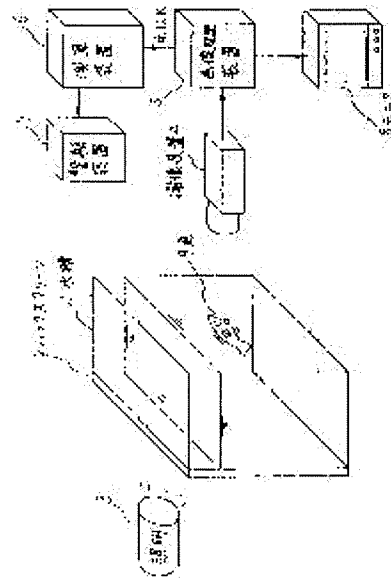
(72)Inventor : HARA NAOKI
YODA MIKIO
MORI SHUNJI
BABA KENJI
YAHAGI TOSHIO

(54) FISH LIVING CONDITION MONITORING INSTRUMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To quickly and automatically judge whether a poison has a flowed into water by measuring the center of gravity, the inclination and the moving speed of a fish and the movement of its fin.

CONSTITUTION: A water tank 1 is supplied with water to be inspected and a fish 9 is raised in the water tank 1. The fish 9 is illuminated by an illuminator 3 and the image of the fish 9 is sensed by an image sensing device 4. The body and fin portions of the fish 9 are binarily extracted from the image information thereon by an image processor 5, the position of the center of gravity and the inclination of the fish 9 and the movement of its fin are detected and resultant informations are fed to an arithmetic unit 6. Above-described operation is repeated at set time intervals and the moving speed of the fish 9 is obtained from the position of the center of gravity of the fish 9 by the arithmetic unit 6. By comparing the center of gravity, the inclination and the moving speed of the fish 9 and the movement of its fin with the values of those factors in a normal condition stored in advance in the arithmetic unit 6, whether the movement of the fish 9 is abnormal is judged. If abnormal, an alarm is emitted from an alarm device 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-133061

⑬ Int.Cl.⁴

G 01 N 33/18
C 02 F 1/00

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

8506-2G
V-6525-4D*

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月4日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 魚態監視装置

⑯ 特 願 昭61-278830

⑰ 出 願 昭61(1986)11月25日

⑱ 発 明 者 原 直 樹 茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内
⑱ 発 明 者 依 田 幹 雄 茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内
⑱ 発 明 者 森 俊 二 茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内
⑱ 発 明 者 馬 場 研 二 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑳ 代 理 人 弁理士 秋本 正実
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

魚態監視装置

2. 特許請求の範囲

1. 水中の毒物流入検知のために水棲動物を飼育する水槽と、上記水棲動物の画像情報を電気信号に変換する撮像装置と、該撮像装置から得られる画像情報を記憶する画像記憶装置と、該画像記憶装置の画像情報から上記水棲動物の画像を2値化抽出する手段と、該水棲動物の2値化画像に基づいて該水棲動物の位置および傾きを検出する手段と、上記水棲動物の位置から該水棲動物の移動速度を検出する手段と、上記画像記憶装置の画像情報から上記水棲動物のひれ部分を2値化抽出する手段と、該水棲動物のひれ部分の2値化画像に基づいて該水棲動物のひれの動きを検出する手段と、上記水棲動物の位置と傾きを移動速度とひれの動きから水中の毒物流入を判定する手段とから成る魚態監視装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は浄水場の原水中などの毒物の有無を水中で飼育する水棲動物の行動を監視して判定する魚態監視装置に関する。

〔従来の技術〕

従来から浄水場では原水中に毒物が混入したかどうかを監視するために、原水の一部を水槽に導いてふな、こい、うぐい、たなご、にじます、おいかわなどの水棲動物を飼育して、原水中に毒物が混入した場合には上記魚類が狂奔、反転、鼻上げなどの異常な行動を示したり死んだりする現象を利用して原水中の毒物流入を監視している。また下水処理場では法律で禁止された毒物が流入下水中に流入したかどうかを知る必要があり、このため人手による間欠的な水質分析を行なっている。しかしこのような人手による魚類の目視や水質の分析に依存した水中の毒物監視では、連続監視および早期発見が困難であつて需要者への配水停止などの対策が遅れる問題があつた。

また魚の監視方法としては、水槽中の魚を上部

から工業用テレビカメラ(I TV)で検出して画像処理する方法が例えば第36回全国水道研究発表会の講演集p. 464-466に記載されている。この方法によると魚が水面上を腹を横にして漂う場合にその魚が「ある大きさ以上の独立した明点」として認識でき、水面近傍に存在する魚の高明度部および水面の凹凸による光の変化のみを抽出することにより、背景を整理して魚の行動を求めることが述べられている。さらに魚の監視方法として、1個以上のタンク装置内の複数の生物の動きをビデオ装置で監視し、生物の運動をコンピュータ装置で分析して予測される運動パターンの統計的分布に対応する予測パラメータの組と比較する方法が例えば特開昭61-46294号公報に記載されている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術の水槽中の魚を上部からI TVで検出して画像処理する方法では、魚が死んで水面に現れないと認識できないので魚の生死を判定するオンライン連続監視が不可能となり、毒物流入

時点の異常行動が検知できずに毒物判定までの遅れ時間が大きくなるうえ、特に水中で魚が静止している頻度および時間が大きい場合が多いため魚の静止時の正常異常判定が連続監視に不可欠となるのに対応できない。またこの方法は魚を認識することについては述べているが、魚の行動の異常検出の方法については述べられていない。また複数の生物の動きを監視し運動を分析して運動パターンを比較する方法では、魚の運動の特徴量として魚の位置、形状、向きについて述べているが、魚の生態にもとづく行動異常を監視して判定する方法については述べられていない。

本発明の目的は魚類の生態による動きを定量的に連続監視して水中の毒物の有無を早期かつ正確に判定できる魚類監視装置を提供するにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、水中の毒物流入検知のために水棲動物(魚)を飼育する水槽と、上記魚の画像情報を電気信号に変換する撮像装置と、該撮像装置から得られる画像情報を記憶する画像記憶装置と、

該画像記憶装置の画像情報から上記魚の本体部分およびひれ部分を2値化抽出する手段と、該魚本体部分の2値化画像に基づいて該魚の位置および傾きを検出する手段と、該魚の位置から該魚の移動速度を検出する手段と、上記魚のひれ部分の2値化画像からひれの動きを検出する手段と、上記魚の位置と傾きと移動速度とひれの動きから水中の毒物流入を判定する手段を具備する魚類監視装置により達成される。

〔作用〕

上記魚類監視装置では、水槽で飼育される魚画像を撮像装置で輝度情報に変換し、該輝度情報を所定時間間隔ごとにデジタル化して画像記憶装置に取り込み、この画像記憶装置の魚画像情報から魚の本体部分および魚のひれ部分をそれぞれ2値化抽出する手段で2値化抽出し、該魚の本体部分の2値画像から魚の重心位置および傾きを検出する手段で検出し、さらに魚の重心位置を追跡することにより魚の移動速度を検出する手段で検出し、かつ上記魚のひれ部分の2値画像から魚のひれの

動きを追跡することにより該ひれの動きの大きさを検出する手段で検出し、これらの所定時間の間の魚画像計測により求めた魚の位置と傾きと移動速度とひれの動きの特徴量のパターンを正常時パターンと比較することにより、とりわけ魚のひれは魚が生きている間には絶え間なく動いているため魚が水中で静止している場合でも魚の正常異常(生死)判定ができるから、したがって毒物流入を判定する手段で定量的かつ正確に判定できる。

〔実施例〕

以下に本発明の一実施例を第1図ないし第7図により説明する。

第1図は本発明による魚類監視装置の一実施例を示す全体構成図である。第1図において、1は水中の毒物流入検知のために水棲動物(魚)を飼育する水槽、2はバックスクリーン、3は照明装置、4は魚の画像情報を電気信号に変換する撮像装置、5は撮像装置からえられる画像情報を記憶する画像記憶装置と該画像情報から魚の本体部分およびひれ部分を2値化抽出する手段と該本体部

分の2値化画像に基づいて魚の位置および傾きを検出する手段と上記ひれ部分の2値化画像に基づいてひれ部分の動きを検出する手段などを含む画像処理装置、6は画像処理装置からの魚の位置から移動速度を検出する手段と上記魚の位置と移動速度と傾きとひれの動きから水中の毒物流入を判定する手段などを含む演算装置、7は警報装置、8はモニタ、9は水棲動物(魚)である。

第1図の水中の毒物流入検知のための魚飼育用の水槽1には浄水場の原水あるいは下水処理場の流入下水あるいは河川の毒物監視の場合には河川水などの水が常に供給されている。水槽1内の魚9は通常1匹以上飼育されるが本実施例では説明および理解を容易にするために一匹の場合を例に説明することにし、供給される水に棲息する魚類としては例えばふな、こい、うぐい、たなご、にじます、おいかわなどが飼育される。水槽1内の魚9を照らす照明装置3は画像処理技術を適用するのに均一な照明が必要であり、このため照明装置3と水槽1の間にはすりガラスや白色アクリル

板などの光散乱板に相当する半透明バックスクリーン2を設ける。またこのバックスクリーン2は背景を白色系として魚9を黒色系とすることにより、魚9をコントラストよく認識するのに役立つ。水槽1内の魚9の画像を電気信号(映像信号)に変換する撮像装置4は例えば工業用テレビカメラ(ITV)を使用し、撮像する画素の明るさ(輝度)に対応した電圧の電気信号を出力する。

このさい画像処理装置5は撮像装置4に対し水平・垂直の同期信号を出して撮像のタイミングを制御し、撮像装置4からの魚画像情報のある設定時間間隔 Δt ごとに内部に取り込んで画像記憶装置に記憶し、その魚画像情報から魚の本体部分およびひれ部分を2値化抽出する手段により2値化抽出して、本体部分の2値化画像に基づいて魚の重心位置Gおよび傾きDを検出する手段により検出するとともに、ひれ部分の2値化画像に基づいてひれ部分の動きKを検出する手段により検出する処理などを行なう。なお画像処理装置5の構成と動作の詳細は後に説明する。この画像処理装置

5にはモニタ8が接続されていて、魚9の画像やその画像処理の結果などを表示する。

つぎに演算装置6は画像処理装置5から設定時間間隔 Δt ごとと送られる魚9の重心位置Gと傾きDおよびひれの動きKのある設定時間Tの間の情報を取り込んで内部の記憶装置に記憶し、その重心位置Gから魚9の移動速度Vを検出する手段により求めて記憶装置に記憶したのち、上記により設定時間間隔 Δt ごとに抽出された設定時間Tの間の魚9の重心G、傾きD、移動速度V、ひれの動きKという魚の生体の特徴量の値の頻度分布を求め、このオンライン計測した魚9の上記特徴量の分布とこの演算装置6にあらかじめ記憶されている魚9の正常状態における特徴量の分布とを水中の毒物流入を判定する手段により比較して、魚9の特徴量の計測分布と正常分布との間にあらかじめ設定した偏差以上の差が生じた場合には、魚9の動きが異常であると判定して該判定結果を警報装置7に送信する。これにより警報装置7はその異常検知信号を受信すると、その異常レベルに

従い警報を鳴らしたり監視者に水質調査を促すためのメッセージを音声出力したりする。なお演算装置6には図示していないディスプレイやキーボードが接続されていて、魚9の上記した各特徴量の正常分布値が魚の種類や水温などの環境条件に応じて手動または自動操作により補正または変更できるうえ、上記の設定時間間隔 Δt および設定時間Tや魚の行動の異常判定基準などの初期設定値を操作したり、あるいは魚9の各特徴量の分布の計測結果を表示できる。この演算装置6の構成と動作の詳細は後に説明する。

第2図は第1図の画像処理装置4の詳細構成例図である。第2図において、501はタイマ、502はA/D変換器、503は多値画像メモリ(魚画像情報を記憶する画像記憶装置)、504は2値化回路(ひれ部分を2値化抽出する手段)、505、506は2値メモリ、507は論理和回路(ひれ部分の動きを検出する手段)、508は2値化回路(魚本体部分を2値化抽出する手段)、509は2値メモリ、510は重心演算回路(魚

の位置を検出する手段)、511は魚の傾き演算回路(魚の傾きを検出する手段)、512は入出力制御装置である。この画像処理装置5は撮像装置4からえられる魚9の画像情報から魚9の本体部分およびひれ部分を2値化抽出して、魚9の重心位置Gと傾きDおよびひれの動きKを検出する手段をなす。第2図のタイマ501は初期設定された時間間隔 Δt ごとにトリガーをA/D変換器502に出力する。このA/D変換器502はタイマ501のトリガに同期して時間間隔 Δt ごとに撮像装置4からの映像信号(画像輝度信号)をA/D変換し、魚画像情報をデジタル値として多値画像メモリ503に格納する。この多値画像メモリ503は例えば256×256画素×8ビット(各画素256階調)の容量をもち、上記魚画像情報を時間間隔 Δt ごとに取り込む。この魚画像は背景の部分の輝度が大きくて魚のひれ部分および本体部分の順に低くなり主に3段階の輝度を示す。この多値画像メモリ503に格納された魚画像情報は2値化回路504、508に送られ、初

期設定された2つのしきい値によりそれぞれ魚9のひれ部分、本体部分が2値化抽出されて、それぞれ2値メモリ505(506)、509に格納される。

第3図(a)、(b)、(c)、(d)は第2図の2値化回路504、508の2値化方法の説明図で、第3図(a)は多値画像メモリ503に格納された魚画像、第3図(b)は2値化回路504により2値化抽出されて2値メモリ505(506)に格納された魚のひれ部分の2値画像、第3図(c)は2値化回路508により2値化抽出されて2値メモリ508に格納された魚9の本体部分の2値画像、第3図(d)は第3図(a)のA-A線上の輝度分布および2値化しきい値をそれぞれ示し、図中のW、G1、G2は魚画像の背景の水の部分、魚9の本体部分、ひれ部分で、 L_1 、 L_2 は2つの2値化しきい値である。第3図(a)のように多値画像メモリ503の魚画像は魚本体部分G1の輝度が最も低くて魚ひれ部分G2から背景の水部分Wの順に輝度が高くなる。

この輝度分布に対して第3図(d)に示すように背景の水部分Wの輝度Wよりも小さく魚ひれ部分G2の輝度G2以上の輝度のしきい値 L_1 ($W > L_1 > G2$)と、魚ひれ部分の輝度G2より小さく魚本体部分の輝度G1以上の輝度のしきい値 L_2 ($G2 > L_2 > G1$)とを設定することにより、しきい値 L_1 と L_2 の間の輝度をもつ部分は魚9のひれ部分G2としてまたしきい値 L_2 以下の輝度をもつ部分は魚9の本体部分G1としてそれぞれ次のように2値化抽出できる。すなわち多値画像メモリ503に格納された時刻tにおける魚画像情報 $S(i, j, t)$ に対しひれ部分抽出用の2値化回路504はしきい値 L_1 、 L_2 を用いて次式によりひれ部分G2の2値画像 $B_h(i, j, t)$ を演算し、時間間隔 Δt ごとの魚ひれ部分G2の2値画像を2値メモリ505、506に交互に格納する。

$L_1 \leq S(i, j, t) < L_2$ のとき、

$$B_h(i, j, t) = 1 \quad \dots(1)$$

$S(i, j, t) < L_1$ または $S(i, j, t) \geq L_2$ のとき、

$$B_h(i, j, t) = 0 \quad \dots(2)$$

また魚本体部分抽出用の2値化回路508はしきい値 L_2 を用いて次式により魚本体部分G1の2値画像 $B_b(i, j, t)$ を演算し、時間間隔 Δt ごとの魚本体部分G1の2値画像を2値メモリ509に格納する。

$S(i, j, t) < L_2$ のとき、

$$B_b(i, j, t) = 1 \quad \dots(3)$$

$S(i, j, t) \geq L_2$ のとき、

$$B_b(i, j, t) = 0 \quad \dots(4)$$

こうしてえられた魚9のひれ部分G2および本体部分G1の2値画像はそれぞれ第3図(b)、(c)に示され、図中の黒く塗りつぶした部分が“1”の値を持ちその他の部分が“0”の値をもつ。

ついで第2図の論理和回路507の魚9のひれの動きKの抽出方法を説明する。まず上記のように多値画像メモリ503の時刻tにおける魚画像情報 $S(i, j, t)$ は2値化回路504によりひれ部分が2値化抽出されて2値メモリ505に格納され、つぎに時間間隔 Δt 後の時刻 $t + \Delta t$

における魚画像情報 $S(i, j, t + \Delta t)$ のひれ部分が2値化抽出されて2値メモリ506に格納される。これらの2値メモリ505, 506は例えば 256×256 画素 \times 1ビットの容量を持ち、上記により格納された2値メモリ505, 506の i 行 j 列の画素の2値情報 $B_h(i, j, t)$, $B_h(i, j, t + \Delta t)$ はそれぞれ魚9のひれが動く前とそれから時間間隔 Δt の間に動いた後の情報を有する。これにより2値メモリ505, 506に交互に取り込まれた魚ひれ部分の2値情報 $B_h(i, j, t)$, $B_h(i, j, t + \Delta t)$ が論理和回路507に送られると、論理和回路507は2値メモリ505, 506の全ての画素に対して次式による排他的論理和演算を行なうことにより、排他的論理和の値が“1”の画素の集合(個数)をひれの動きの量 K として抽出する。

$$B_h(i, j, t) = 1 \text{ かつ } B_h(i, j, t + \Delta t) = 1 \text{ または } B_h(i, j, t) = 0 \text{ かつ } B_h(i, j, t + \Delta t) = 0 \text{ のとき}$$

$$K'(i, j, t) = 0 \quad \dots (5)$$

$$B_h(i, j, t) = 1 \text{ かつ } B_h(i, j, t + \Delta t) = 0 \text{ または }$$

$$B_h(i, j, t) = 0 \text{ かつ } B_h(i, j, t + \Delta t) = 1 \text{ のとき}$$

$$K'(i, j, t) = 1 \quad \dots (6)$$

$$K(t) = \sum_i \sum_j K'(i, j, t) \quad \dots (7)$$

このひれの動き $K(t)$ は時刻 t と時刻 $t + \Delta t$ の間にひれが動いた量を表わす。以下同様にして設定時間 T の間の時刻 $t, t + \Delta t, t + 2\Delta t, \dots, t + n\Delta t$ におけるひれの動き $K(t), K(t + \Delta t), K(t + 2\Delta t) \dots, K(t + n\Delta t)$ を演算抽出する。

第4図(a), (b), (c)は第2図の論理和回路507の上記による魚のひれの動き K の抽出方法の説明図で、第4図(a)多値画像メモリ503に格納された時刻 t における魚画像 $S(i, j, t)$, 第4図(b)2値メモリ504, 506にそれぞれ格納された時刻 $t, t + \Delta t$ における魚ひれ(胸ひれ)の2値画像 $B_h(i, j, t) = 1, B_h(i, j, t + \Delta t) = 1$ の部分(拡大図)、第4図(c)はひれ(胸ひれ)の動き $K(t)$ の $K'(i, j) = 1$ の部分(拡大図)をそれぞれ示す。第4図(a)の a_1, a_2 はそれぞれ魚9の背

びれ、尾びれ部分を示し、 a_3, a_4 はそれぞれ胸びれを示す。魚9は生きていて活動している間は必ずひれを動かしているが、特に胸びれ a_3, a_4 は魚の位置が変化しない静止中でもかなり大きな動きを見せる。第4図(b)の矢線で囲まれた左斜線部分は時刻 t における魚9のひれ2値画像 $B_h(i, j, t) = 1$ の胸びれ a_3 の拡大部分、また破線で囲まれた右斜線部分は時刻 $t + \Delta t$ におけるひれ2値画像 $B_h(i, j, t + \Delta t)$ の胸びれ a_4 の拡大部分であつて、この2つのひれ2値画像 $B_h(i, j, t), B_h(i, j, t + \Delta t)$ は別々の2値メモリ505, 506に格納されているが説明上2つの2値画像を重ね合わせて図示している。この図から魚9の胸ひれ a_3 は時間間隔 Δt の間に矢印方向にかなり大きく動いたことを示している。第4図(c)はこれらの2つのひれ2値画像 $B_h(i, j, t), B_h(i, j, t + \Delta t)$ から論理和回路507の排他的論理和演算によりえられたひれの動き $K(t) = \sum_i \sum_j K'(i, j, t)$

の $K'(i, j, t) = 1$ の部分の胸びれ a_3 に相当する拡大部分を示して、第4図(b)の胸びれ a_4 が重なっている部分は除去されている。このように魚9のひれの動きが大きければ $K(t)$ の値も大きくなるがひれが動かなくなれば $K(t)$ の値も零となつて、魚9の生体によるひれ部分の動き $K(t)$ を定量的に抽出できる。

つぎに第2図の重心演算回路510および魚の傾き演算回路511の魚9の重心位置 G および傾き D の抽出方法を説明する。まず上記のように時刻 t に多値画像メモリ503に格納された魚画像情報 $S(i, j, t)$ から魚本体部分抽出用の2値化回路508により魚9の本体部分 $G1$ (第3図)が2値化抽出され、この魚本体2値画像 $B_b(i, j, t)$ は2値メモリ509に格納される。この2値メモリ509は例えば 256×256 画素 \times 1ビットの容量をもっている。重心演算回路510は2値メモリ509に取り込まれた時刻 t における魚本体2値画像 $B_b(i, j, t)$ から魚本体部分 $G1$ の重心 $G(X_g, Y_g, t)$ を周知

の画像処理方法により計算する。同時に魚の傾き演算回路511は2値メモリ509に取り込まれた時刻 t における魚本体2値画像 $B_x(i, j, t)$ から魚の本体部分G1の傾き $D(t)$ を次の方法により演算する。第5図(a), (b)は第2図の魚の傾き演算回路511の魚の傾き D の抽出方法の説明図で、第5図(a)は2値メモリ509に格納された魚本体部分G1の2値画像 $B_x(i, j, t)$ 、第5図(b)は魚の傾き $D(t)$ の角度 θ をそれぞれ示す。第5図(a)の魚本体部分G1の重心位置 $G(X_s, Y_s, t)$ を周知の画像処理方法により計算できるが、ここでは例えば魚本体部分G1を略円長軸方向 D を魚の傾き $D(t)$ とする。この魚9の傾き D は第5図(b)のように例えば水平方向に対し $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲の傾き角 θ で表わされる。第2図の最後の入出力制御装置512は多値画像メモリ503および2値メモリ505, 506, 509の情報および抽出した魚9のひれの動き K , 重心 G , 傾き D の情報をモニター8へ出力するとともに、論理和

回路507, 重心演算回路510, 魚の傾き演算511からの魚9のひれの動き $K(t)$, 魚の重心 (t) , 魚の傾き $D(t)$ の特徴量を演算装置6へ出力する。

第6図は第2図の演算装置6の詳細構成例図である。第6図において、601は入出力回路、602はひれの動き記憶回路、603は魚の傾き記憶回路、604は重心記憶回路、605は速度演算回路(魚の移動速度を検出する手段)、606は速度記憶回路、607は判定回路(毒物流入を判定する手段)、608は偏差記憶回路である。この演算装置6は画像処理装置5からえられた魚9の重心位置から魚の移動速度を検出する手段とえられた魚の位置, 移動速度, 傾き, ひれの動きの特徴量から魚の異常により毒物流入を判定する手段をなす。まず第6図の画像処理装置5から送られる魚9のひれの動き $K(t)$, 傾き $D(t)$, 重心 $G(X_s, Y_s, t)$ の情報は本演算装置6の入出力回路601を介してそれぞれひれの動き記憶回路602, 傾き記憶回路603, 重心記憶回路

604に格納される。ついで速度演算回路605は重心記憶回路604に取り込まれた重心 $G(X_s, Y_s, t)$ および $G(X_s, Y_s, t + \Delta t)$ の情報に基づき次式により魚の移動速度 $V(t)$ を計算する。

$$V(t) = |G(X_s, Y_s, t) - G(X_s, Y_s, t + \Delta t)| / \Delta t \quad \cdots (8)$$

また同様にして各時刻 $t + \Delta t, t + 2\Delta t, \dots, t + n\Delta t$ における移動速度 $V(t + \Delta t), V(t + 2\Delta t), \dots, t + n\Delta t$ が時間間隔

Δt ごとに設定時間 T の間に計算され、速度記憶回路606に格納される。つぎに判定回路607にはあらかじめ魚9の正常状態におけるひれの動き K , 傾き D , 重心 G , 速度 V の各特徴量の頻度の正常分布が記憶されていて、上記の記憶回路602, 603, 604, 606がオンラインで入力される魚9のひれの動き $K(t)$, 傾き $D(t)$, 重心 $G(X_s, Y_s, t)$, 速度 $V(t)$ の特徴量を時系列的に取り込んだ情報から初期設定時間 T の間の各特徴量の頻度分布を計算して、この魚9の各特徴量の計測分布を上記正常分布と

比較することによりその偏差を求め、その4つの特徴量の頻度分布の偏差を偏差記憶回路608に格納する。この偏差記憶回路608は取り込んだひれの動き K , 傾き D , 重心 G , 速度 V の4つの特徴量の偏差が設定値より大きい場合には警報装置7へ異常検知信号を出力する。なお判定回路607に格納された魚9のひれの動き K , 傾き D , 重心 G , 速度 V の各特徴量の正常分布は水槽1の水温, 照明, 時間帯, 季節などの環境条件や魚9の種類, 匹数などの条件により常に補正または変更されるが、適宜に例えば前日同時刻の正常分布を使用するなど可能である。また判定回路607にはあらかじめ魚9の異常状態における各特徴量の頻度分布を格納することも可能で、この異常分布とオンライン計測分布とを比較判定することもできる。

第7図(a), (b), (c), (d)はそれぞれ魚9の重心位置 G (垂直成分 G_y)、速度 V , 傾き D , ひれの動き K の出現頻度分布例の説明図で、図中の C_1, C_2 はそれぞれ魚9の正常, 狂

奔状態における分布を示し、 C_3 は第7図(a), (b), (c)に対応して水面浮上、静止、死亡状態における分布を示す。第7図(a)では魚9の重心位置の垂直方向成分に着目して、縦軸の重心位置 $G(X_g, Y_g)$ の垂直方向成分 $G_y(Y_g)$ の水槽底から水面にわたる出現頻度分布が横軸に正常状態分布(実線) C_1 、狂奔状態分布(破線) C_2 、水面浮上状態分布(1点鎖線) C_3 ごとに表示される。第7図(b)では横軸の魚9の移動速度 V の出現頻度が正常状態分布 C_1 、狂奔状態分布 C_2 、静止状態分布 C_3 ごとに縦軸に表示される。第7図(c)は横軸の水平方向に対する傾き角 $\theta = 0^\circ \sim 180^\circ$ にわたる魚9の傾き D の出現頻度分布が正常状態分布 C_1 、狂奔状態分布 C_2 ごとに縦軸に表示される。この図で正常状態分布 C_1 をみると正常状態の魚9は水平方向に行動するケースが多いが、狂奔状態分布 C_2 をみると毒物流入による異常状態の魚9は狂奔や鼻上げなどの上下運動が多くなると同時に色々な方向に動き回るのでほぼ平坦な分布になる。第7図(d)

は横軸の魚9のひれの動き K の出現頻度分布が正常状態分布 C_1 、狂奔状態分布 C_2 、死亡状態分布 C_3 ごとに縦軸に表示される。上記の第7図(a)~(d)に例示した魚9の特徴量のオンライン計測分布を正常状態分布 C_1 と比較することにより魚9の異常を定量的に監視することができ、例えば魚9の狂奔時には狂奔状態分布 C_2 から4つの特徴量がすべて異常検出されるので警報装置7からブザーなどの強い警報を出力し、また1つまたは2つの特徴量のみが異常検出された場合にはチャイムなどの弱い警報を出力することができるが、ただしひれの動き K については値が零の場合には明らかに死亡状態であるためこの特徴量のみは異常検出でも強い警報を出力するなどの選択ができる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、魚の生態によるひれの動きなどの特徴量を定量的に連続監視することにより魚の正常異常を静止状態でも正確に判別できるので、浄水場における原水などの水中への毒物流入の有

無を劣力化して迅速かつ正確に自動的に判定して水質の安全性を確保できる。

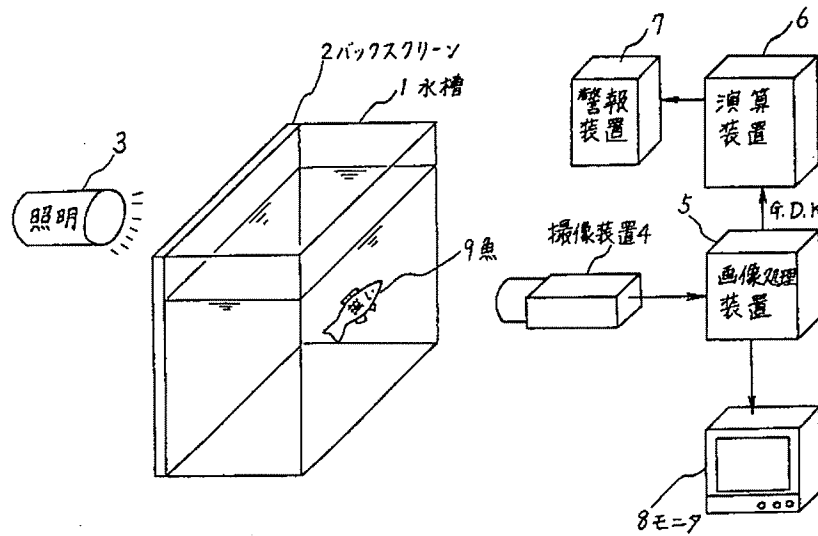
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による魚類監視装置の一実施例を示す全体構成図、第2図は第1図の画像処理装置の詳細構成例図、第3図(a), (b), (c), (d)は第2図の2値化回路の2値化方法を説明するそれぞれ魚画像、魚ひれ2値画像、魚本体2値画像、輝度2値化しきい値の説明図、第4図(a), (b), (c)は第2図の論理回路の魚ひれ動き抽出方法を説明するそれぞれ魚画像、2時刻の魚ひれ2値画像、魚ひれ動きの説明図、第5図(a), (b)は第2図の魚の傾き演算回路の魚の傾き抽出方法を説明するそれぞれ魚本体2値画像、魚の傾きの説明図、第6図は第1図の演算装置の詳細構成例図、第7図(a), (b), (c), (d)は第6図の判定回路の魚の特徴量分布を説明するそれぞれ重心、速度、傾き、ひれの動きの分布例図である。1…水槽、3…照明装置、4…撮像装置、5…画像処理装置(画像記憶装置の魚本体およびひれ部

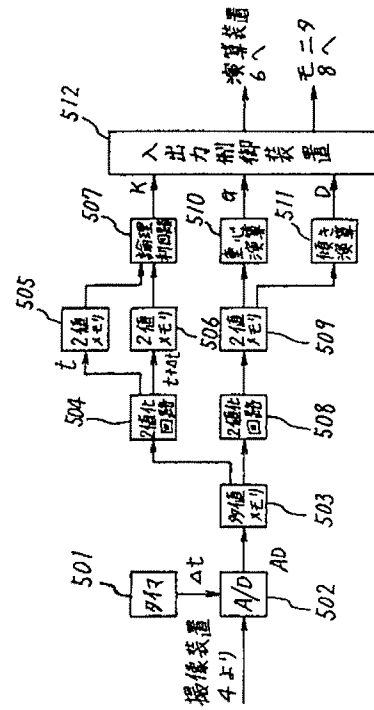
分を2値化抽出する手段と魚の位置および傾きを検出する手段とひれの動きを検出する手段などを含む)、6…演算装置(魚の移動速度を検出する手段と魚の位置と速度と傾きとひれの動きから水中の毒物流入を判定する手段を含む)、7…警報装置、9…水棲動物(魚)。

代理人 井理士 秋本正実

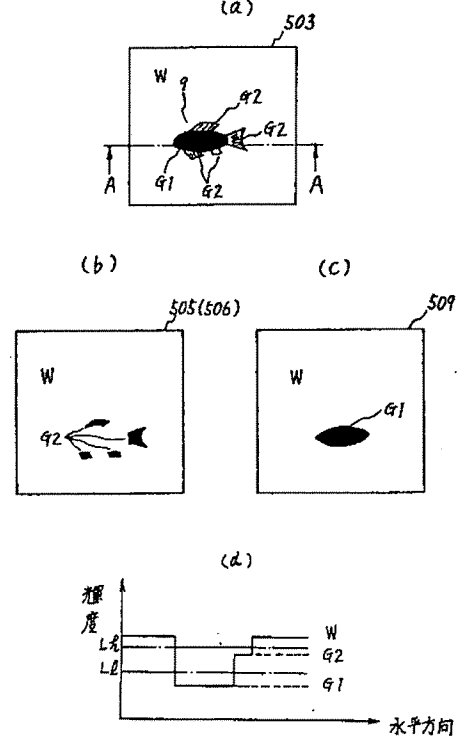
第1図



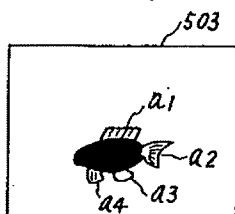
第2図



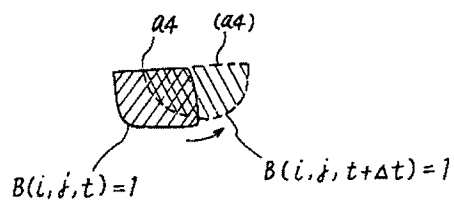
第3図



第4図
(a)



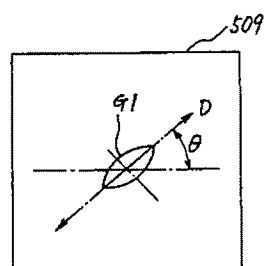
(b)



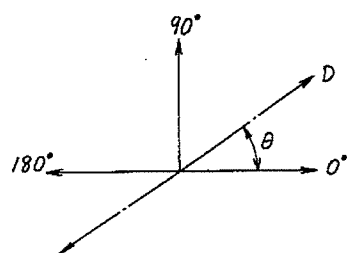
(c)



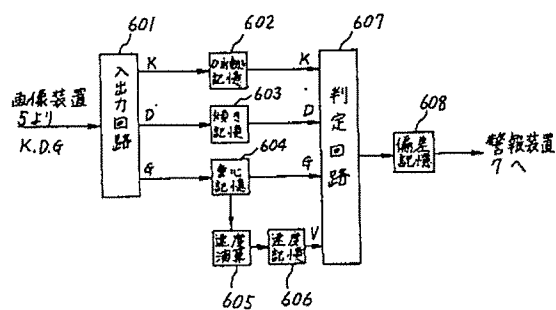
第5図
(a)



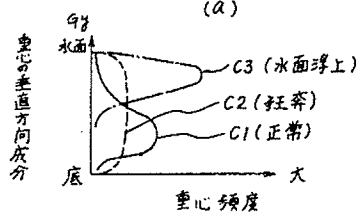
(b)



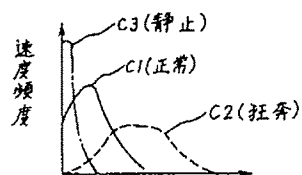
第6図



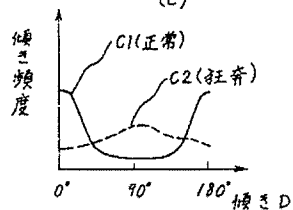
第7図
(a)



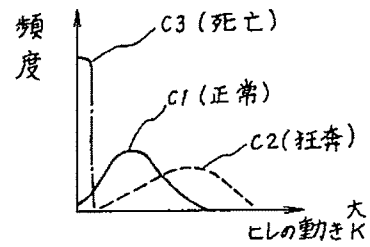
(b)



(c)



第7図
(d)



第1頁の続き

⑤Int. Cl.⁴
// G 01 N 21/17
G 06 F 15/62

識別記号
380

庁内整理番号
A-7458-2G
8419-5B

⑥発明者 矢萩 捷夫 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内